

1 主题内容与适用范围

本标准规定了铸造铝合金的技术要求与检验规则。

本标准适用于制造铝合金铸件并与 GB 9438《铝合金铸件技术条件》配套使用。

2 引用标准

GB 9438 铝合金铸件技术条件

GB 8063 铸造有色金属及其合金牌号表示方法

GB 6987.1~6987.24 铝及铝合金化学分析方法

GB 228 金属拉伸试验方法

GB 231 金属布氏硬度试验方法

3 一般规定

3.1 合金牌号

铸造铝合金牌号表示方法按 GB 8063 规定进行。

3.2 合金代号

本标准中合金代号由字母“Z”、“L”(它们分别是“铸”、“铝”的汉语拼音第一个字母)及其后的三个阿拉伯数字组成。ZL 后面第一个数字表示合金系列,其中 1、2、3、4 分别表示铝硅、铝铜、铝镁、铝锌系列合金,ZL 后面第二、三两个数字表示顺序号。

优质合金在数字后面附加字母“A”。

3.3 合金铸造方法、变质处理代号

S——砂型铸造

J——金属型铸造

R——熔模铸造

K——壳型铸造

B——变质处理

3.4 合金状态代号

F——铸态

T1——人工时效

T2——退火

T4——固溶处理加自然时效

T5——固溶处理加不完全人工时效

T6——固溶处理加完全人工时效

T7——固溶处理加稳定化处理

T8——固溶处理加软化处理

4 技术要求

4.1 铸造铝合金化学成分见表 1、杂质允许含量见表 2。

4.1.1 铝硅系需要变质的合金用钠(含钠盐)进行变质处理,在不降低合金使用性能前提下、允许采用其他变质剂或变质方法进行变质处理。

4.1.2 在海洋环境中使用时 ZL101 合金中铜含量不大于 0.1%。

4.1.3 用金属型铸造时,ZL203 合金中硅含量允许达 3.0%。

4.1.4 ZL105 合金中当铁含量大于 0.4%时,锰含量应大于铁含量的一半。

4.1.5 当 ZL201、ZL201A 合金用于制作在高温条件下工作的零件时,应加入锆 0.05%~0.20%。

4.1.6 为提高力学性能,在 ZL101、ZL102 合金中允许含钒 0.08%~0.20%;在 ZL203 合金中允许含钛 0.08%~0.20%。此时它们的铁含量应不大于 0.3%。

4.1.7 与食物接触的铝合金制品,不允许含有铍;砷含量不大于 0.015%;锌含量不大于 0.3%;铅含量不大于 0.15%。

4.1.8 当用杂质总和来表示杂质含量时,如无特殊规定,其中每一种未列出的元素含量不大于 0.05%。

4.2 铸造铝合金的力学性能见表 3。

4.3 铸造铝合金用单铸试样检验力学性能,试样直径为 $\phi 12 \pm 0.25$ mm,标距为直径的五倍,试样及其浇冒口系统如图 1、图 2 所示。

铸造铝合金力学性能亦可用同炉铸件上切取 1~3 根本体试样检验,试样尺寸按 GB 9438 中 5.2.5.3 条规定,验收指标按 GB 9438 中 5.2.9 条进行。

5 检验规则

5.1 化学成分

5.1.1 合金化学成分检验按 GB 6987.1~6987.24 进行,在保证分析精度的条件下,允许使用其他方法。

5.1.2 一个熔炼炉次合金、在全部铸件浇注的持续时间之半时,浇注化学成分试样。亦允许在全部铸件浇注之后浇注化学成分试样。当浇注持续时间超过 8 h 时,在第二个 8 h 以内中间另浇注化学成分试样送检;以此类推。

5.1.3 化学成分试样允许送检两次,只要其中一个试样符合 4.1 条规定,则合金化学成分合格。如果两次送检的化学成分试样分析结果都不合格,则该熔炼炉次合金化学成分不合格。

5.2 力学性能

5.2.1 单铸抗拉试样及铸件切取之本体试样要符合 4.3 条规定。

5.2.2 在一个熔炼炉次中,在全部铸件浇注持续时间之半时浇注力学性能试样。亦允许全部铸件浇注之后浇注力学性能试样。当浇注持续时间超过 8 h 时,在第二个 8 h 以内中间另浇注力学性能试样送检;以此类推。

5.2.3 一个熔炼炉次合金,铸态力学性能试样首次送检一根,测定其力学性能。如符合表 3 规定,则该炉合金力学性能合格。否则,再取两根试样重新送检,如两根试样都合格。则该炉合金铸态力学性能合格,否则不合格。

5.2.4 一个熔炼炉次合金之热处理状态力学性能试样送检方法按 5.2.3 条进行。当不合格时,允许重复热处理后重新送检。但重复热处理一般不超过两次。

5.2.5 单铸试样之热处理按 GB 9438 中 5.2.2、5.2.3、5.2.4 条必须与同一批次浇注的铸件采用同一热处理工艺进行。

- 5.2.6 单铸试样带铸皮进行检验。亦允许车削除去铸皮,试样直径为 10 ± 0.1 mm 送检。
- 5.2.7 当肉眼发现单铸试样存在铸造缺陷时或由于试验本身故障造成检验结果不合格的,可以不计入检验次数中,更换试样重新送检。
- 5.2.8 每炉合金不论其浇注何种铸型铸件,都允许用砂型单铸试样检验合金力学性能。
- 5.2.9 拉伸性能检验按 GB 228 进行。
- 5.2.10 硬度检验按 GB 231 进行。
- 5.2.11 硬度试块,可取自拉伸试样卡头端。
- 5.2.12 硬度检验与拉伸性能检验同时进行,且验收方法一致。

表 3 铸造铝合金力学性能

序号	合金牌号	合金代号	铸造方法	合金状态	力学性能 不低于		
					抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 δ_5 %	布氏硬度 HBS (5/250/30)
1	ZA1Si7Mg	ZL101	S、R、J、K	F	155	2	50
			S、R、J、K	T2	135	2	45
			JB	T4	185	4	50
			S、R、K	T4	175	4	50
			J、JB	T5	205	2	60
			S、R、K	T5	195	2	60
			SB、RB、KB	T5	195	2	60
			SB、RB、KB	T6	225	1	70
			SB、RB、KB	T7	195	2	60
SB、RB、KB	T8	155	3	55			
2	ZA1Si7MgA	ZL101A	S、R、K	T4	195	5	60
			J、JB	T4	225	5	60
			S、R、K	T5	235	4	70
			SB、RB、KB	T5	235	4	70
			JB、J	T5	265	4	70
			SB、RB、KB	T6	275	2	80
			JB、J	T6	295	3	80
3	ZA1Si12	ZL102	SB、JB、RB、KB	F	145	4	50
			J	F	155	2	50
			SB、JB、RB、KB	T2	135	4	50
			J	T2	145	3	50
4	ZA1Si9Mg	ZL104	S、J、R、K	F	145	2	50
			J	T1	195	1.5	65
			SB、RB、KB	T6	225	2	70
			J、JB	T6	235	2	70
5	ZA1Si5Cu1Mg	ZL105	S、J、R、K	T1	155	0.5	65
			S、R、K	T5	195	1	70
			J	T5	235	0.5	70
			S、R、K	T6	225	0.5	70
			S、J、R、K	T7	175	1	65
6	ZA1Si5Cu1MgA	ZL105A	SB、R、K	T5	275	1	80
			J、JB	T5	295	2	80

续表 3

序号	合金牌号	合金代号	铸造方法	合金状态	力学性能 不低于		
					抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 δ_5 %	布氏硬度 HBS (5/250/30)
7	ZAlSi8Cu1Mg	ZL106	SB	F	175	1	70
			JB	T1	195	1.5	70
			SB	T5	235	2	60
			JB	T5	255	2	70
			SB	T6	245	1	80
			JB	T6	265	2	70
			SB	T7	225	2	60
			J	T7	245	2	60
8	ZAlSi7Cu4	ZL107	SB	F	165	2	65
			SB	T6	245	2	90
			J	F	195	2	70
			J	T6	275	2.5	100
9	ZAlSi12Cu2Mg1	ZL108	J	T1	195	—	85
			J	T6	255	—	90
10	ZAlSi12Cu1Mg1Ni1	ZL109	J	T1	195	0.5	90
			J	T6	245	—	100
11	ZAlSi5Cu6Mg	ZL110	S	F	125	—	80
			J	F	155	—	80
			S	T1	145	—	80
			J	T1	165	—	90
12	ZAlSi9Cu2Mg	ZL111	J	F	205	1.5	80
			SB	T6	255	1.5	90
			J、JB	T6	315	2	100
13	ZAlSi7Mg1A	ZL114A	SB	T5	290	2	85
			J、JB	T5	310	3	90
14	ZAlSi5Zn1Mg	ZL115	S	T4	225	4	70
			J	T4	275	6	80
			S	T5	275	3.5	90
			J	T5	315	5	100
15	ZAlSi8MgBe	ZL116	S	T4	255	4	70
			J	T4	275	6	80
			S	T5	295	2	85
			J	T5	335	4	90

续表 3

序号	合金牌号	合金代号	铸造方法	合金状态	力学性能 不低于		
					抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 δ_5 %	布氏硬度 HBS (5/250/30)
16	ZA1Cu5Mn	ZL201	S、J、R、K	T4	295	8	70
			S、J、R、K	T5	335	4	90
			S	T7	315	2	80
17	ZA1Cu5MnA	ZL201A	S、J、R、K	T5	390	8	100
18	ZA1Cu4	ZL203	S、R、K	T4	195	6	60
			J	T4	205	6	60
			S、R、K	T5	215	3	70
			J	T5	225	3	70
19	ZA1Cu5MnCdA	ZL204A	S	T5	440	4	100
20	ZA1Cu5MnCdVA	ZL205A	S	T5	440	7	100
			S	T6	470	3	120
			S	T7	460	2	110
21	ZA1RE5Cu3Si2	ZL207	S	T1	165	—	75
			J	T1	175	—	75
22	ZA1Mg10	ZL301	S、J、R	T4	280	10	60
23	ZA1Mg5Si1	ZL303	S、J、R、K	F	145	1	55
24	ZA1Mg8Zn1	ZL305	S	T4	290	8	90
25	ZA1Zn11Si7	ZL401	S、R、K	T1	195	2	80
			J	T1	245	1.5	90
26	ZA1Zn6Mg	ZL402	J	T1	235	4	70
			S	T1	215	4	65

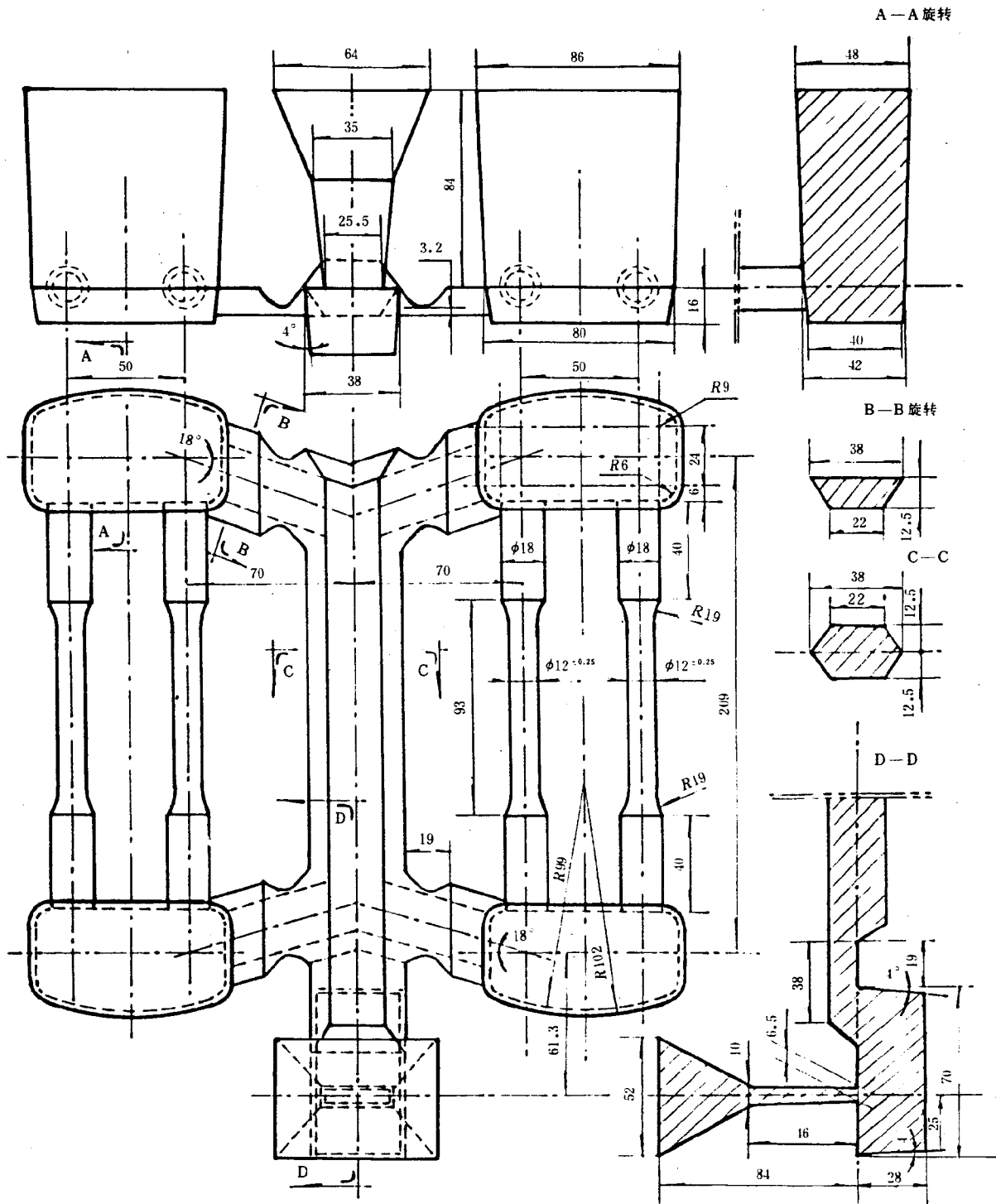


图1 铸造铝合金砂型标准试样及浇冒口系统

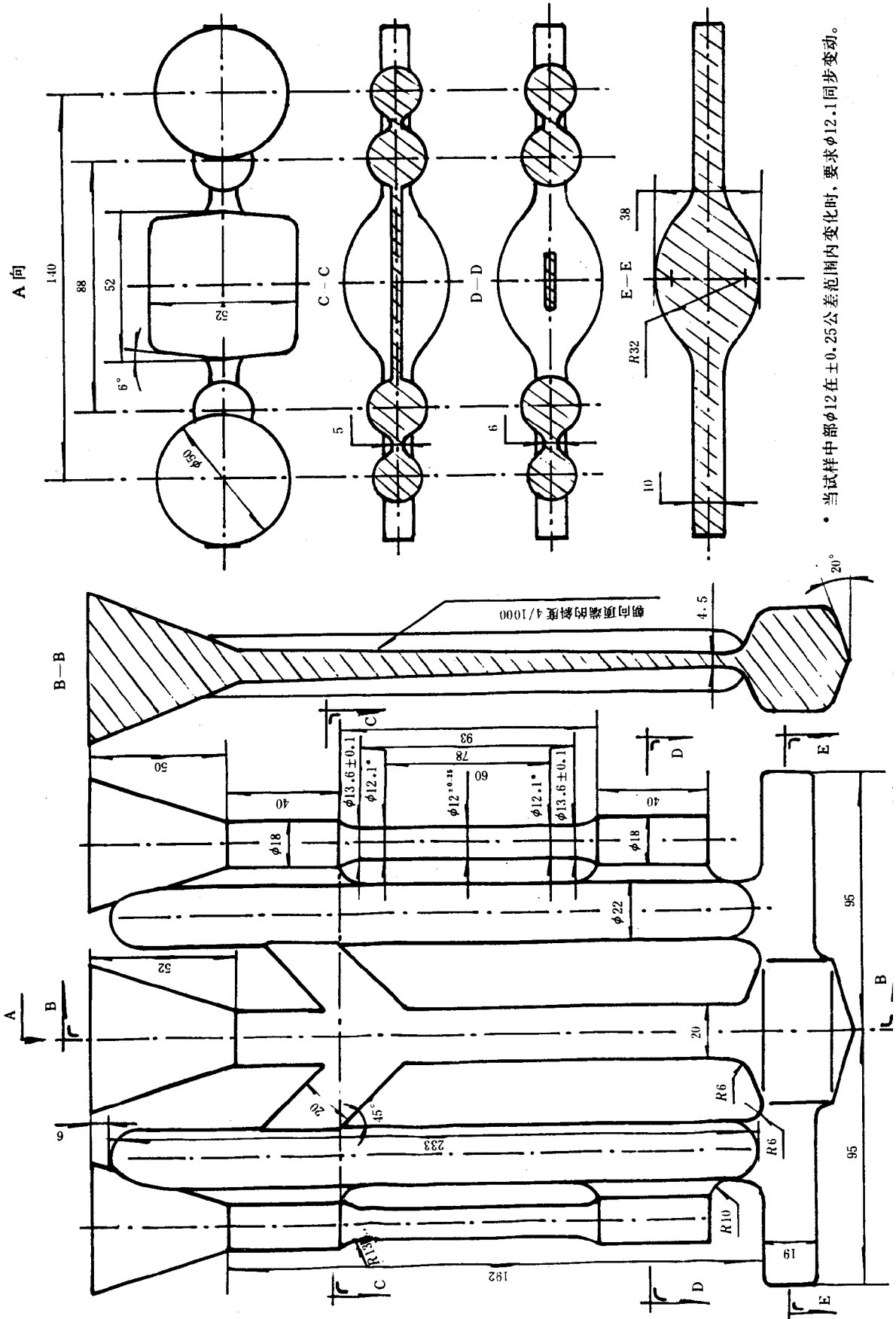


图 2 铸造铝合金金属型标准试样及浇冒口系统

附 录 A
铸造铝合金热处理
(参考件)

A1 铸造铝合金热处理工艺规范见表 A1。

表 A1

合金牌号	合金代号	合金状态	固溶处理		时 效	
			温度 ℃	时间 h	温度 ℃	时间 h
ZAlSi7MgA	ZL101A	T4	535±5	6~12	室温 再 155±5 室温 再 180±5	不少于 8 2~12 不少于 8 3~8
		T5	535±5	6~12		
		T6	535±5	6~12		
ZAlSi5Cu1MgA	ZL105A	T5	525±5	4~12	160±5	3~5
ZAlSi7Mg1A	ZL114A	T5	535±5	10~14	室温 再 160±5	不少于 8 4~8
ZAlSi5Zn1Mg	ZL115	T4	540±5	10~12	150±5	3~5
		T5	540±5	10~12		
ZAlSi8MgBe	ZL116	T4	535±5	10~14	175±5	6
		T5	535±5	10~14		
ZAlCu5MnA	ZL201A	T5	535±5 再 545±5	7~9 7~9	160±5	6~9
ZAlCu5MnCdA	ZL204A	T5	530±5 再 540±5	9 9	175±5	3~5
ZAlCu5MnCdVA	ZL205A	T5	538±5	10~18	155±5	8~10
		T6	538±5	10~18	175±5	4~5
		T7	538±5	10~18	190±5	2~4
ZAlRE5Cu3Si2	ZL207	T1			200±5	5~10
ZAlMg8Zn1	ZL305	T4	435±5 再 490±5	8~10 6~8		

A2 固溶处理时,装炉温度一般在 300℃以下,升温(升至固溶温度)速度以 100℃/h 为宜。固溶处理中如需阶段保温,在两个阶段间不允许停留冷却,需直接升至第二阶段温度。固溶处理后,淬火转移时间控制在 8~30 s(视合金与零件种类而定),淬火介质水温由生产厂根据合金及零件种类自定,时效完毕,冷却介质为室温空气。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国铸造标准化技术委员会归口。

本标准由沈阳铸造研究所、洛阳 725 研究所、常州日升有色铸造有限公司、北京 621 研究所、包头五二研究所、沈阳高压开关厂负责起草。

本标准主要起草人张照文、李东基、刘志超、肖企茂、李德成、李德坤、龚磊清。

表 2-11 铸造铝合金牌号及其化学成分 (摘自 GB/T 1173-1995)

合金牌号	合金代号	主要化学成分 w/(%)								其他	Al			
		Si	Cu	Mg	Zn	Mn	Ti	其他						
ZAlSi7Mg	ZL101	6.5~7.5	—	0.25~0.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi7MgA	ZL101A	6.5~7.5	—	0.25~0.45	—	—	—	—	0.08~0.20	—	—	—	—	余量
ZAlSi12	ZL102	10.0~13.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi9Mg	ZL104	8.0~10.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi5Cu1Mg	ZL105	4.5~5.5	1.0~1.5	0.17~0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi5Cu1MgA	ZL105A	4.5~5.5	1.0~1.5	0.4~0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi8Cu1Mg	ZL106	7.5~8.5	1.0~1.5	0.4~0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi7Cu4	ZL107	6.5~7.5	3.5~4.5	0.3~0.5	—	—	—	—	0.10~0.25	—	—	—	—	余量
ZAlSi12Cu2Mg1	ZL108	11.0~13.0	1.0~2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi12Cu1Mg1Ni1	ZL109	11.0~13.0	0.5~1.5	0.4~1.0	—	—	—	—	—	—	Ni 0.8~1.5	—	—	余量
ZAlSi5Cu6Mg	ZL110	4.0~6.0	5.0~8.0	0.8~1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlSi9Cu2Mg	ZL111	8.0~10.0	1.3~1.8	0.2~0.5	—	—	—	—	0.10~0.35	—	—	—	—	余量
ZAlSi7Mg1A	ZL114A	6.5~7.5	—	0.45~0.60	—	—	—	—	0.10~0.20	—	Be 0.04~0.07(1)	—	—	余量
ZAlSi5Zn1Mg	ZL115	4.8~6.2	—	0.4~0.65	1.2~1.8	—	—	—	0.10~0.20	—	Sb 0.1~0.25	—	—	余量
ZAlSi8MgBe	ZL116	6.5~8.5	—	0.45~0.65	—	—	—	—	0.10~0.30	—	Be 0.15~0.40	—	—	余量
ZAlCu5Mn	ZL201	—	4.5~5.3	0.35~0.55	—	—	—	—	0.15~0.35	—	—	—	—	余量
ZAlCu5MnA	ZL201A	—	4.8~5.3	—	—	—	—	—	0.6~1.0	—	—	—	—	余量
ZAlCu4	ZL203	—	4.0~5.0	—	—	—	—	—	0.6~1.0	—	—	—	—	余量
ZAlCu5MnCdA	ZL204A	—	4.6~5.3	—	—	—	—	—	0.6~0.9	—	—	—	—	余量
ZAlCu5MnCdVA	ZL205A	—	4.6~5.3	—	—	—	—	—	0.3~0.5	—	—	—	—	余量
ZAlRE5Cu3Si2	ZL207	1.6~2.0	3.0~3.4	0.15~0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlMg10	ZL301	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlMg5Si1	ZL303	0.8~1.3	—	9.5~11.0	—	—	—	—	0.1~0.4	—	—	—	—	余量
ZAlMg8Zn1	ZL305	—	—	7.5~9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlZn11Si7	ZL401	6.0~8.0	—	0.1~0.3	1.0~1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
ZAlZn6Mg	ZL402	—	—	0.5~0.65	9.0~13.0	—	—	—	—	—	—	—	—	余量
					5.0~6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	余量

注: 1. 在保证合金力学性能的前提下, 可以不加铍(Be)。混合稀土中含各种稀土总量不小于 98%, 其中含铈(Ce)约 45%。
 2. 合金代号由 ZL (铸、铝汉语拼音第一个字母) 及其后三个阿拉伯数字组成; ZL 后第一个数字表示合金系列, 其中 1、2、3、4 分别表示铝硅、铝铜、铝镁、铝锌系列, ZL 后第二、第三两个数字表示合金的牌序号。优质合金在数字后面附加字母“*A”。
 3. 铝硅系需要变质处理的合金用含钠盐进行变质处理, 在不降低合金使用性能的前提下, 允许用其他变质剂或变质方法进行变质处理。在海洋环境中使用时, ZL101 中铜含量不大于 0.1%, 用金属型铸造时, ZL203 硅含量允许达 3.0%。与食品接触的铝合金制品, 不允许有铍, 铍含量不大于 0.015%, 铋含量不大于 0.3%, 铅含量不大于 0.15%。
 4. ZL105 中当铁含量大于 0.4% 时, 锰含量应大于铁含量的一半。当 ZL201、ZL201A 用于制作高温下工作的零件时, 应加入铈 0.05%~0.20%。
 5. 为提高力学性能, 在 ZL101、ZL102 中允许含钪 0.08%~0.20%; 在 ZL203 中允许含钪 0.08%~0.20%, 此时其铁含量应不大于 0.3%。
 6. 当用杂质总和表示杂质含量时, 如无特殊规定, 其中每一种未列出的元素含量不大于 0.05%。

表 2-12 铸造铝合金杂质允许含量 (摘自 GB/T 1173-1995)

合 金 牌 号	合金代号	杂 质 含 量 $w/(%)$ (不大于)														杂质总和	
		Fe		Si	Cu	Mg	Zn	Mn	Ti	Zr	Ti+Zr	Be	Ni	Sn	Pb	S	J
		S ^①	J ^②														
ZAlSi7Mg	ZL101	0.5	0.9	—	0.2	—	0.3	0.35	—	—	0.25	0.1	—	0.01	0.05	1.1	1.5
ZAlSi7MgA	ZL101A	0.2	0.2	—	0.1	—	0.1	0.10	—	—	—	—	—	0.01	0.03	0.7	0.7
ZAlSi12	ZL102	0.7	1.0	—	0.30	0.10	0.1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	2.0	2.2
ZAlSi9Mg	ZL104	0.6	0.9	—	0.1	—	0.25	—	—	—	0.15	—	—	0.01	0.05	1.1	1.4
ZAlSi5Cu1Mg	ZL105	0.6	1.0	—	—	—	0.3	0.5	—	—	0.15	0.1	—	0.01	0.05	1.1	1.4
ZAlSi5Cu1MgA	ZL105A	0.2	0.2	—	—	—	0.1	0.1	—	—	—	—	—	0.01	0.05	0.5	0.5
ZAlSi8Cu1Mg	ZL106	0.6	0.8	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	0.01	0.05	0.9	1.0
ZAlSi7Cu4	ZL107	0.5	0.6	—	—	0.1	0.3	0.5	—	—	—	—	—	0.01	0.05	1.0	1.2
ZAlSi12Cu2Mg1	ZL108	—	0.7	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	0.01	0.05	—	1.2
ZAlSi12Cu1Mg1Ni1	ZL109	—	0.7	—	—	—	0.2	0.2	—	—	—	—	—	0.01	0.05	—	1.2
ZAlSi5Cu6Mg	ZL110	—	0.8	—	—	—	0.6	0.5	—	—	—	—	—	0.01	0.05	—	2.7
ZAlSi9Cu2Mg	ZL111	0.4	0.4	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	0.01	0.05	1.0	1.0
ZAlSi7Mg1A	ZL114A	0.2	0.2	—	—	0.1	—	0.1	—	—	0.20	—	—	0.01	0.03	0.75	0.75
ZAlSi5Zn1Mg	ZL115	0.3	0.3	—	0.1	—	—	0.1	—	—	—	—	—	0.01	0.05	0.8	1.0
ZAlSi8MgBe	ZL116	0.60	0.60	—	0.3	—	0.3	0.1	—	—	—	—	—	0.01	0.05	1.0	1.0
ZAlCu5Mn	ZL201	0.25	0.3	0.3	—	0.05	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0
ZAlCu5MnA	ZL201A	0.15	—	0.1	—	0.05	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.4	—
ZAlCu4	ZL203	0.8	0.8	1.2	—	0.05	0.25	0.1	0.20	0.1	—	—	—	0.01	0.05	2.1	2.1
ZAlCu5MnCdA	ZL204A	0.15	0.15	0.06	—	0.05	0.1	—	—	0.15	—	—	—	—	—	0.4	—
ZAlCu5MnCdVA	ZL205A	0.15	0.15	0.06	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	0.01	—	0.3	0.3
ZAlRE5Cu3Si2	ZL207	0.6	0.6	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	0.8
ZAlMg10	ZL301	0.3	0.3	0.30	0.10	—	0.15	0.15	0.15	0.20	—	0.07	0.05	0.01	0.05	1.0	1.0
ZAlMg5Si1	ZL303	0.5	0.5	—	0.1	—	0.2	—	0.2	—	—	—	—	—	—	0.7	0.7
ZAlMg8Zn1	ZL305	0.3	—	0.2	0.1	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—	0.9	—
ZAlZn11Si7	ZL401	0.7	1.2	—	0.6	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	1.8	2.0
ZAlZn6Mg	ZL402	0.5	0.8	0.3	0.25	—	—	0.1	—	—	—	—	—	0.01	—	1.35	1.65

①砂型铸造。

②金属型铸造。